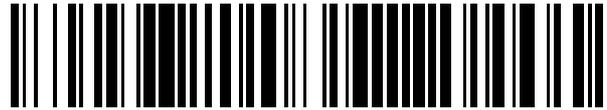


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 587 677**

51 Int. Cl.:

E02D 27/42

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2013** **E 13173881 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2016** **EP 2679726**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de estructuras tubulares, así como bastidor de montaje**

30 Prioridad:

26.06.2012 DE 102012210904

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

26.10.2016

73 Titular/es:

**MARITIME OFFSHORE GROUP GMBH (100.0%)
Ludwig-Sütterlin-Strasse 3
28355 Bremen, DE**

72 Inventor/es:

REALES BERTOMELO, EMILIO

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 587 677 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la fabricación de estructuras tubulares, así como bastidor de montaje

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de estructuras tubulares, en particular estructuras de cimentación para aerogeneradores costa afuera (offshore), así como a un bastidor de montaje para el alojamiento de una pluralidad de segmentos de estructura tubular para una estructura tubular, en particular una estructura de cimentación para un aerogenerador offshore.

10 Desde hace algún tiempo, los aerogeneradores se instalan no solo "onshore", o sea, en tierra firme, sino cada vez más en el mar, "offshore", por ejemplo, en los llamados parques eólicos costa afuera en el mar del Norte y el mar Báltico. Los aerogeneradores costa afuera están sometidos a condiciones extremas. Estos se anclan, por ejemplo, a profundidades marinas de 20 a 60 metros con ayuda de una cimentación. La cimentación, que se puede identificar también como estructura portante, está sometida a carga mecánicas y químicas altas, así como a las corrientes marinas. Son conocidos distintos tipos de cimentaciones costa afuera, por ejemplo, estructuras tipo monopilote, jacket, trípode, tripilote o cubo. La presente invención se refiere en primer lugar a una llamada estructura tipo jacket que es una estructura de celosía o tubos, construida preferentemente a partir de tubos de acero.

20 Una estructura de cimentación de este tipo se divulga, por ejemplo, en el documento DE202011101599U1 del presente solicitante. La estructura de cimentación, dada a conocer aquí, presenta varios pilotes, preferentemente seis pilotes anclables en el fondo marino, en particular de forma tubular y una estructura de celosía posible de unir a los pilotes y compuesta de una pluralidad de barras, en particular tubos de acero. Las barras individuales de la estructura de celosía están unidas entre sí mediante distintos nudos, por ejemplo, nudos en cruz, nudos centrales o nudos de base. Los nudos individuales están formados asimismo por barras o tubos soldados uno a otro en ángulos correspondientes.

30 La fabricación de este tipo de estructuras de cimentación resulta costosa y compleja sobre todo por el gran peso y las grandes dimensiones. En la mayoría de los casos, ésta se ejecuta manualmente en taller. A tal efecto se usan andamios y montantes simples para la fijación de los segmentos individuales, por ejemplo, tubos, secciones tubulares y nudos, a fin de soldarlos entre sí a continuación. Las estructuras de cimentación se construyen usualmente de abajo hacia arriba, es decir, se comienza primero con los nudos de base que crean la unión con los pilares de hincado y a continuación se construye sucesivamente en altura la estructura tipo celosía, hasta llegar a la llamada sección "transition piece" (pieza de transición, denominada también cabeza) que representa la unión con un aerogenerador (WEA).

35 Esto no solo afecta el tiempo de trabajo durante la fabricación de este tipo de estructuras de cimentación, sino también la exactitud de las dimensiones, porque los segmentos individuales se alinean manualmente entre sí. A este respecto se usan, por lo general, varillas de medición manuales, teodolitos y el cálculo a simple vista. La alineación final de los segmentos individuales entre sí se realiza mayormente con ayuda de polipastos de cadena, pistones hidráulicos accionados con la mano o también martillos pesados. Por lo general, la soldadura es manual, sin el uso de instalaciones de soldadura automatizadas.

40 Por tanto, es necesario poner a disposición un procedimiento que permita fabricar de manera más eficiente este tipo de estructuras de cimentación, en particular reducir el tiempo de fabricación y los costes y mejorar la exactitud de las dimensiones.

45 La presente invención consigue este objetivo mediante un procedimiento del tipo mencionado al inicio con las etapas:

- 50 - disponer una pluralidad de segmentos de estructura tubular sobre un bastidor de montaje;
 - alinear los segmentos individuales entre sí; y
 - soldar los segmentos.

55 Por segmentos se entienden elementos individuales de una estructura tubular, en particular tubos, secciones tubulares, nudos prefabricados, compuestos de varios tubos truncados que están unidos uno con otro, secciones prefabricadas y similares. Según la invención, el bastidor de montaje forma un tipo de modelo para la estructura tubular. En éste se disponen los segmentos individuales de estructura tubular, lo que se puede llevar a cabo, por ejemplo, manualmente o con ayuda de una grúa. La disposición se realiza preferentemente desde arriba, de modo que los segmentos individuales se depositan sobre el bastidor de montaje. Los segmentos individuales, dispuestos sobre el bastidor de montaje, se pueden alinear así fácilmente entre sí. Los segmentos individuales se sueldan después de alinearse. La disposición de los segmentos individuales en el bastidor de montaje, que constituye un modelo para la estructura tubular, simplifica esencialmente la fabricación de la estructura de cimentación. Esto evita una realineación compleja de los segmentos individuales en cada estructura de cimentación. Más bien, se puede proceder de una manera estándar y el bastidor de montaje constituye la base al respecto.

65

Con preferencia, los segmentos se alinean esencialmente en horizontal sobre el bastidor de montaje, lo que simplifica una vez más la fabricación de manera esencial. Primero se fabrica preferentemente una sección plana de una superficie de revestimiento lateral de la estructura de cimentación tipo jacket. Una estructura tipo jacket puede ser, por ejemplo, hexagonal, pentagonal, cuadrangular o triangular. Por consiguiente, tal superficie lateral es una pared lateral de la estructura tubular, configurada esencialmente con una forma hexagonal cónica. Esta sección plana se identifica aquí como elemento de escalera. El mismo se fabrica preferentemente de manera alineada en horizontal. Por tanto, los segmentos individuales se pueden colocar con facilidad desde arriba sobre el bastidor de montaje y alinear en horizontal entre sí. Si los segmentos individuales están dispuestos de este modo, los trabajadores pueden acceder fácilmente a los mismos, sin el uso de andamios complicados, polipastos de cadena y accionamientos hidráulicos.

El procedimiento comprende también preferentemente la etapa: fijar los segmentos individuales mediante abrazaderas de alojamiento sobre el bastidor de montaje. Los segmentos individuales se fijan preferentemente mediante abrazaderas de alojamiento en el bastidor de montaje. A tal efecto, las abrazaderas de alojamiento están dispuestas preferentemente en el bastidor de montaje. Esto facilita la disposición y en particular la alineación.

Según una variante preferida, el procedimiento comprende también la etapa: calentar los segmentos a una temperatura uniforme común. De manera particularmente preferida, la etapa de calentamiento se realiza después de la disposición o la fijación y antes de la alineación de los segmentos. Esto es particularmente ventajoso para conseguir antes de la soldadura, por una parte, una extensión longitudinal proporcional de todos los segmentos, de modo que el retraso después de la soldadura se reduce esencialmente. El calentamiento es ventajoso también para reducir tensiones excesivas, provocadas por la soldadura o el calentamiento local del material durante la soldadura.

En otra forma de realización preferida del procedimiento, la alineación de los segmentos individuales se realiza mediante el movimiento de las abrazaderas de alojamiento. Esto resulta particularmente ventajoso, porque así los segmentos no se han de desplazar en vaivén dentro de las abrazaderas, sino que los segmentos se fijan primero mediante las abrazaderas de alojamiento y a continuación se mueven las abrazaderas de alojamiento. A tal efecto, las abrazaderas de alojamiento se pueden mover preferentemente una respecto a otra y respecto a una base de bastidor del bastidor de montaje. Resulta particularmente ventajoso que los segmentos individuales se alineen mediante elementos hidráulicos. Este tipo de elementos hidráulicos puede interactuar, por ejemplo, con las abrazaderas de alojamiento para moverlas y alinear de este modo los elementos individuales entre sí. Se prefieren los elementos hidráulicos, porque estos pueden aplicar fuerzas brutas y se pueden ajustar de manera muy exacta.

En una variante preferida, el procedimiento comprende también las etapas:

- medir la posición de los segmentos sobre el bastidor de montaje; y
- comparar las posiciones medidas con posiciones nominales.

Este tipo de posiciones nominales puede estar registrado, por ejemplo, en un plan de montaje o almacenado también centralmente en un ordenador, y se puede comparar a continuación con las posiciones medidas. Las posiciones se miden, por ejemplo, con medios de medición inductivos u ópticos.

Con particular preferencia, la medición y/o la alineación se realizan automáticamente, en particular de manera asistida por ordenador. Después de medirse las posiciones de los segmentos sobre el bastidor de montaje y compararse estas posiciones medidas con las posiciones nominales, los segmentos individuales se alinean, hasta que las posiciones medidas estén en correspondencia con las posiciones nominales. Esto se lleva a cabo preferentemente de manera asistida por ordenador. A tal efecto, se usan preferentemente medios de medición automatizados, en particular sensores de valores medidos inductivos y medios de medición ópticos. Como ordenadores se pueden usar, por ejemplo, sistemas CAM (Computer Aided Manufacturing, fabricación asistida por ordenador).

Según una variante preferida, el procedimiento comprende la etapa: achaflanar extremos de tubo de los segmentos antes de disponer una pluralidad de segmentos de estructura tubular sobre un bastidor de montaje. El achaflanado es particularmente ventajoso cuando los extremos de tubo se sueldan a tope entre sí. Los chaflanes se realizan preferentemente en una superficie periférica exterior del extremo de tubo, en particular en un ángulo de 45 grados respecto a un eje central del tubo. En caso de una unión a tope se crean así ranuras en V, en las que se puede realizar una costura de soldadura, por ejemplo, una costura angular.

Con particular preferencia, la soldadura se lleva a cabo mediante soldadura orbital y/o robots de soldadura. En casos aislados se puede preferir también la soldadura manual de los segmentos individuales entre sí. Esto es particularmente ventajoso en presencia de ángulos de soldadura desfavorables o espesores de chapa excesivos.

Con particular preferencia, sobre un bastidor de montaje se disponen al menos segmentos para formar un elemento de escalera de una estructura de cimentación costa afuera. Por elementos de escalera se extienden aquí (como ya se mencionó arriba) partes laterales, compuestas de nudos y tubos, de una estructura de cimentación poligonal tipo jacket. Por tanto, los elementos de escalera individuales se pueden prefabricar por separado. A continuación, estos

se pueden seguir procesando en particular en posición horizontal.

Preferentemente, los segmentos individuales se sueldan entre sí, comenzando por un extremo de base del elemento de escalera. Si los segmentos individuales están dispuestos y alineados sobre el bastidor de montaje, estos se
 5 sueldan entre sí preferentemente a partir del extremo de base. Esto permite compensar con mayor facilidad tolerancias individuales, condicionadas por la soldadura, y producir en general un elemento de escalera de dimensiones exactas, lo que da como resultado en general una estructura de cimentación costa afuera de dimensiones exactas.

Según otro aspecto de la invención, el objetivo mencionado al inicio se consigue también mediante un bastidor de
 10 montaje para el alojamiento de una pluralidad de segmentos de estructura tubular para una estructura tubular, en particular una estructura de cimentación de un aerogenerador costa afuera, con una base de bastidor, sobre la que se han de disponer al menos segmentos para formar un elemento de escalera de una estructura de cimentación costa afuera. Con particular preferencia, el bastidor de montaje presenta una pluralidad de abrazaderas de alojamiento para la fijación de segmentos dispuestos sobre el bastidor de montaje. Este tipo de bastidor de montaje
 15 facilita la fabricación de estructuras de cimentación costa afuera. Con particular preferencia, este tipo de bastidor de montaje se usa en un procedimiento según una de las formas de realización preferidas, descritas arriba, para la fabricación de estructuras tubulares, en particular estructuras de cimentación de aerogeneradores costa afuera. Asimismo, el procedimiento según una de las formas de realización preferidas, descritas arriba, para la fabricación
 20 de estructuras tubulares, en particular estructuras de cimentación para aerogeneradores eólicos, se ha de ejecutar preferentemente mediante el uso del bastidor de montaje. En general, mediante este tipo de bastidor de montaje se reduce esencialmente el tiempo de producción para la fabricación de una estructura de cimentación y se mejora la exactitud de las dimensiones, de modo que aumenta la eficiencia en general. Un bastidor de montaje de este tipo es adecuado para la fabricación industrial de estructuras de cimentación costa afuera con un diseño tipo jacket.

Según una forma de realización preferida del bastidor de montaje, las abrazaderas de alojamiento están dispuestas
 25 de manera móvil una respecto a otra y respecto al bastidor. Esto permite alinear entre sí segmentos individuales, dispuestos sobre el bastidor de montaje o fijados mediante las abrazaderas de alojamiento.

En una variante preferida, el bastidor de montaje está previsto para su alineación esencialmente en horizontal, de
 30 modo que los segmentos se pueden disponer sobre el mismo de manera alineada esencialmente en horizontal. Por consiguiente, la estructura de cimentación se puede fabricar en horizontal. Los trabajadores pueden acceder así fácilmente a los puntos de soldadura individuales. Además, no son necesarios medios de elevación complejos para disponer los segmentos sobre el bastidor de montaje. Más bien, los segmentos individuales se pueden depositar
 35 fácilmente desde arriba sobre el bastidor de montaje.

El bastidor de montaje presenta preferentemente un dispositivo calefactor para el calentamiento uniforme de los
 40 segmentos dispuestos sobre el bastidor de montaje. Se prefiere también que las abrazaderas de alojamiento se muevan mediante accionamientos en dirección longitudinal y/o transversal de los ejes de ánima de los tubos alojados en las mismas. El movimiento se realiza preferentemente con ayuda de elementos hidráulicos. Con particular preferencia, los accionamientos se controlan a distancia, en particular mediante un ordenador central. Esto permite alinear de una manera particularmente simple los segmentos individuales entre sí. La alineación se lleva a cabo por medio del control a distancia, de modo que se puede emplear una fuerza de trabajo menor en forma de
 45 personas y se consigue aumentar la eficiencia en general.

El bastidor de montaje presenta preferentemente también un dispositivo para ajustar una altura de las abrazaderas
 50 de alojamiento respecto a la base de bastidor. Por tanto, se pueden alinear también con facilidad distintos diámetros de tubo de tal modo que en cada caso, los ejes de ánima de los tubos quedan situados esencialmente de manera coaxial uno respecto a otro o se encuentran en un plano o se intersecan entre sí. Esto simplifica la fabricación y acorta el tiempo de producción.

Con particular preferencia, las abrazaderas de alojamiento presentan una sección transversal esencialmente en U.
 El orificio de las abrazaderas de alojamiento está orientado preferentemente hacia arriba. Esto permite insertar con
 55 facilidad los segmentos desde arriba en las abrazaderas de alojamiento, por ejemplo, mediante una grúa, carretillas apiladoras o manualmente, y fijarlos mediante las abrazaderas de alojamiento. Solo por el efecto de la fuerza de gravedad, los segmentos quedan alojados en un cierto grado y fijados en las abrazaderas de alojamiento y pueden ser apretados adicionalmente por las mismas.

En una variante preferida, el bastidor de montaje presenta también un dispositivo de medición para determinar
 60 posiciones de los segmentos dispuestos sobre el bastidor de montaje, lo que va a permitir una mejor alineación de los segmentos. Con preferencia, el dispositivo de medición interactúa con un ordenador central, por ejemplo, un sistema Computer Aided Manufacturing, por lo que la alineación se puede realizar también automáticamente después de medirse las posiciones.

Se ha de entender que el procedimiento para la fabricación de estructuras tubulares, así como el bastidor de
 65 montaje para el alojamiento de una pluralidad de segmentos de estructura tubular presentan aspectos iguales o

similares que se reflejan en particular en las reivindicaciones secundarias.

La invención se explica en detalle a continuación por medio de un ejemplo de realización con referencia a las figuras adjuntas. Muestran:

- 5 Fig. 1 una vista lateral de una estructura de cimentación costa afuera según la construcción tipo jacket;
 Fig. 2 un nudo en X para la estructura de cimentación costa afuera de la figura 1;
 10 Fig. 3 un nudo en W para la estructura de cimentación costa afuera de la figura 1;
 Fig. 4 un nudo de base con base para una estructura de cimentación costa afuera de la figura 1;
 Fig. 5 un tubo en una vista lateral para una estructura de cimentación costa afuera de la figura 1;
 15 Fig. 6 una vista lateral de una pieza de transición para una estructura de cimentación costa afuera de la figura 1;
 Fig. 7 una vista en planta de un bastidor de montaje;
 20 Fig. 8 una vista lateral del bastidor de montaje de la figura 7; y
 Fig. 9 un desarrollo esquemático de un procedimiento para la fabricación de estructuras tubulares.

25 Según la figura 1, la estructura de cimentación costa afuera 1 para aerogeneradores (WEA) presenta seis pilotes 2 que se pueden anclar en el fondo marino (no todos están provistos de números de referencia). A los pilotes 2 está unida una estructura de celosía 4. La estructura de celosía 4 está configurada esencialmente de forma cónica o troncocónica y tiene una sección transversal, esencialmente hexagonal, respecto a un eje longitudinal 5 de la estructura de celosía 4. Ésta se encuentra unida por sus seis esquinas inferiores 3a (solo una está provista de número de referencia) a los seis pilotes 2 mediante nudos de base correspondientes 20 (véase figura 4). La estructura de celosía 4 presenta cuatro secciones 6, 8, 10, 12, superpuestas esencialmente de manera coaxial entre sí. La estructura de celosía 4, así como las secciones 6, 8, 10, 12 están formadas por tubos 14 (no todos están provistos de números de referencia), unidos entre sí mediante nudos 20, 22, 24.

35 Cada una de las secciones 6, 8, 10, 12 está configurada esencialmente de forma cónica o troncocónica y presenta una sección transversal hexagonal, configurada en correspondencia con un hexágono uniforme. Por consiguiente, una sección 6, 8, 10, 12 presenta seis esquinas inferiores 3a, 3b, 3c, 3d y seis esquinas superiores 3a, 3b, 3c, 3d (solo una esquina está provista de número de referencia respectivamente). La sección inferior 6 presenta, por ejemplo, seis esquinas inferiores 3a (solo una esquina está provista de número de referencia). Las seis esquinas superiores 3b de la sección inferior 6 configuran al mismo tiempo las esquinas inferiores 3b de la segunda sección inferior 4. Según este ejemplo de realización, en las esquinas 3a, 3b, 3c, 3d están dispuestos nudos de base 20 o nudos en W 24. Los nudos de base 20, así como los nudos en W 24 están unidos en cada caso a tubos 14, alineados esencialmente en horizontal, de tal modo que se forma un hexágono esencialmente uniforme. Las esquinas superiores 3a, 3b, 3c, 3d de cada sección 6, 8, 10, 12 están unidas entre sí también, a distancia en dirección vertical, a las esquinas inferiores 3a, 3b, 3c, 3d de cada sección 6, 8, 10, 12 mediante tubos 14 y nudos en X 22. A este respecto, los tubos 14, así como los nudos en X 22 están dispuestos en la estructura de celosía 4 de tal modo que descansan esencialmente en una superficie de revestimiento de la estructura de celosía 4. Por consiguiente, el interior de la estructura de celosía 4 es hueco o está libre de tubos o riostras. El diseño exacto de los nudos individuales 20, 22, 24 se observa en las figuras 2 a 4.

50 En el extremo superior de la estructura de cimentación 1 está dispuesta en la estructura de celosía 4 una pieza de transición 16 para el alojamiento de un aerogenerador. A tal efecto, la pieza de transición 16 está unida a los nudos superiores 26 de la sección superior 12.

55 Al igual que la estructura de cimentación 1 se puede describir mediante las cuatro secciones 6, 8, 10 y 12 superpuestas verticalmente de manera coaxial, ésta se puede describir mediante seis elementos de escalera 30, 31, 32 (solo se muestran tres en la figura 1) dispuestos de forma anular alrededor del eje central 5. Un elemento de escalera 30, 31, 32 está compuesto entonces de dos nudos de base inferiores, tubos contiguos con un nudo en X 22, dos nudos en W 24, que forman la esquina 3b, encima a su vez tubos 14 con un nudo en X 22 hasta los nudos en W 24, que forman la esquina 3c, encima a su vez tubos 14 con un nudo en X 22 y nudos en W 22 dispuestos encima, que forman la esquina 3d, a fin de volver a conectarse a continuación mediante tubos 14 y un nudo en X 22 a los nudos superiores 26. Tal elemento de escalera 30, 31, 32 tiene esencialmente una forma plana.

65 En las figuras 2 a 6 están representados segmentos individuales de estructura tubular 14, 20, 22, 24, 26 de la manera que se pueden disponer sobre un bastidor de montaje (véase figuras 7 y 8; como se describe en detalle más adelante) para formar una estructura de cimentación 1.

Según la figura 2, un nudo en X 22 presenta un tubo principal 34, en la que otros dos tubos truncados 36, 38 están dispuestos mediante costuras de soldadura 40, 42 de tal modo que los ejes longitudinales de los tubos individuales 34, 36, 38 se intersecan respectivamente entre sí. Por tanto, el nudo en X 22 presenta cuatro conexiones 44a, 44b, 44c, 44d para unir entre sí otros cuatro tubos 14 (véase figura 5). El nudo en X 22 está configurado esencialmente en X o en cruz y encierra entre sus dos lados respectivamente dos ángulos agudos y dos ángulos obtusos. Las conexiones 44a, 44b, 44c, 44d están alineadas de modo que todos los tubos 14 (no mostrados), unidos mediante las mismas, quedan situados esencialmente en un plano.

Según la figura 3, un nudo en W presenta asimismo un tubo principal 46, así como dos tubos truncados 48, 58, soldados a este tubo principal 46. Según la figura 3, un nudo en W 24 presenta cuatro conexiones 52a, 52b, 52c, 52d, disponiéndose en la conexión 52a preferentemente otro nudo en W 24, configurado en imagen invertida respecto al nudo en W mostrado en la figura 3. Se pueden formar entonces esquinas 3b, 3c, 3d, como muestra la figura 1. El tubo principal 46 está configurado preferentemente de manera curvada, de modo que las esquinas 3b, 3c, 3d están redondeadas ("rounded nodes"). Esto proporciona ventajosamente un cierre por arrastre de fuerza dentro de la estructura de cimentación 1.

Según la figura 4, un nudo de base 20 está configurado en principio de manera similar a un nudo en W 24, pero no presenta en la alineación hacia abajo una conexión 52d (véase figura 3), sino que se encuentra unido aquí a un pilote 2.

Las figuras 7 y 8 muestran un bastidor de montaje 60 respectivamente en una vista lateral y una vista en planta. Como se puede observar en la figura 7, el bastidor de montaje 60 representa esencialmente un modelo para un elemento de escalera 30, 31, 32 de la estructura de cimentación 1. El bastidor de montaje 60 presenta una base de bastidor 62, formada por una pluralidad de travesaños 64. Los travesaños 64 están dispuestos de manera que se obtiene un modelo para el elemento de escalera 30, 31, 32. Por tanto, el bastidor de montaje 60 presenta también cuatro secciones, identificadas con 6', 8', 10', 12' en la figura 7, que están separadas entre sí respectivamente por travesaños rectos 64 que forman modelos para los elementos anulares 7 según la figura 1 y están identificadas con 7' en la figura 7.

Sobre estos travesaños 64 están dispuestas varias abrazaderas de alojamiento 66, de las que solo dos están identificadas en las figuras 7 y 8 respectivamente. Las abrazaderas de alojamiento 66, que tienen una sección transversal esencialmente en U según la figura 8, permiten fijar de manera apretada los segmentos individuales 14, 20, 22, 24. Las abrazaderas de alojamiento 66 están dispuestas en los travesaños 64 de tal modo que se pueden mover en dirección del eje de ánima de los elementos individuales, así como en transversal a los mismos. A tal efecto, las abrazaderas de alojamiento 66 están unidas a elementos hidráulicos, no mostrados, que son controlados a distancia mediante un ordenador central, no mostrado tampoco.

Como se puede observar en la figura 8, el bastidor de montaje 60 descansa sobre un suelo G, de modo que los segmentos 14, 20, 22, 24 se disponen, se alinean y se sueldan respecto al elemento de escalera 30, 31, 32 esencialmente apoyados en horizontal. La altura H del bastidor de montaje 60 se ha seleccionado de modo que el personal puede trabajar cómodamente de pie en el mismo. Por ejemplo, se prefiere una altura H de 80 cm a 1,40 cm, con particular preferencia de 1 metro aproximadamente. En un extremo de cabeza 60a y un extremo de base 60b del bastidor de montaje 60 respectivamente, éste presenta secciones achaflanadas 61a, 61b que se extienden de manera inclinada a partir del suelo G, de modo que el bastidor de montaje finaliza en el extremo de cabeza 60a y en el extremo de base 60b esencialmente en forma de cuña. Esto permite transportar el bastidor de montaje 60 con mayor facilidad y bascarlo también en ciertas zonas.

El bastidor de montaje 60 dispone también de un dispositivo calefactor, no mostrado, así como de un dispositivo de medición no mostrado, que se describen más arriba.

La figura 9 muestra de manera esquemática el desarrollo de un procedimiento 100 para la fabricación de estructuras tubulares, en particular estructuras de cimentación para aerogeneradores costa afuera. En una primera etapa 101 se realiza inicialmente el suministro de material, es decir, los segmentos individuales 14, 20, 22, 24 se suministran al centro de producción. A continuación se lleva a cabo un control 102 de las medidas de estos segmentos 14, 20, 22, 24 para comprobar si cumplen los requerimientos de medida. Si no es así, en la etapa 103 se corrige opcionalmente la longitud. En la etapa 104 se realizan chaflanes en las bocas de tubo para poder hacer una costura de soldadura en la unión a tope. Tales chaflanes se encuentran preferentemente en un ángulo de 45 grados en un lado exterior del tubo. Si los segmentos 14, 20, 22, 24, preparados de esta manera, no se siguen procesando directamente, se trasladan en la etapa 105 a un almacén de producción.

Después de estas etapas de preparación, los segmentos individuales 14, 20, 22, 24 se disponen en la etapa 106 sobre el bastidor de montaje 60 para producir la estructura tubular. Con este fin se puede usar, por ejemplo, una grúa o similar. Asimismo, los nudos individuales 20, 22, 24 se pueden colocar, por ejemplo, manualmente, si todavía no han alcanzado un peso que requiera el uso de una grúa. En la etapa 107, estos segmentos dispuestos 14, 20, 22, 24 se fijan a continuación mediante las abrazaderas de alojamiento 66. Para una mejor soldadura, los segmentos 14, 20, 22, 24, dispuestos 106 y fijados 107, se calientan en la etapa 108 a una temperatura uniforme. Esto significa

que todos los segmentos 14, 20, 22, 24 tienen esencialmente la misma temperatura. A continuación se realiza una medición 109 de la posición de las partes. La ejecución de la medición 109 después del calentamiento 108 es muy ventajosa, porque así se puede considerar a la vez la extensión longitudinal proporcional de los segmentos individuales 14, 20, 22, 24.

5 Después de medirse los segmentos individuales 14, 20, 22, 24 y compararse el resultado con las posiciones nominales, los segmentos individuales 14, 20, 22, 24 se pueden alinear en la etapa 110. Para la alineación se parte preferentemente también del extremo de base. Primero se alinean los nudos de base, a continuación los tubos, unidos a los mismos, y así sucesivamente, hasta llegar a los nudos superiores que se conectan a la pieza de transición 16. De este modo se consigue una distribución uniforme de las tolerancias y se produce en general un elemento de escalera 30, 31, 33 de dimensiones exactas.

10 Después de la alineación 110 de todos los segmentos 14, 20, 22, 24, estos se pueden soldar por soldadura orbital 111. Si no es posible usar la soldadura orbital en la etapa 111, por ejemplo, debido a condiciones desfavorables del viento o a chapas de espesor excesivo, en la etapa 111 se pueden usar también robots de soldadura o se puede realizar manualmente la soldadura.

15 Después de la etapa 111, los segmentos 14, 20, 22, 24, dispuestos sobre el bastidor de montaje 60, se vuelven a medir (etapa 112) y en caso necesario se corrigen las medidas finales (etapa 113). A continuación se transporta (etapa 114) la estructura tubular fabricada de esta manera, específicamente el elemento de escalera 30, 31, 32 fabricado de esta manera, para su unión a otros elementos de escalera 30, 31, 32 con el fin de formar la estructura de cimentación costa afuera 1.

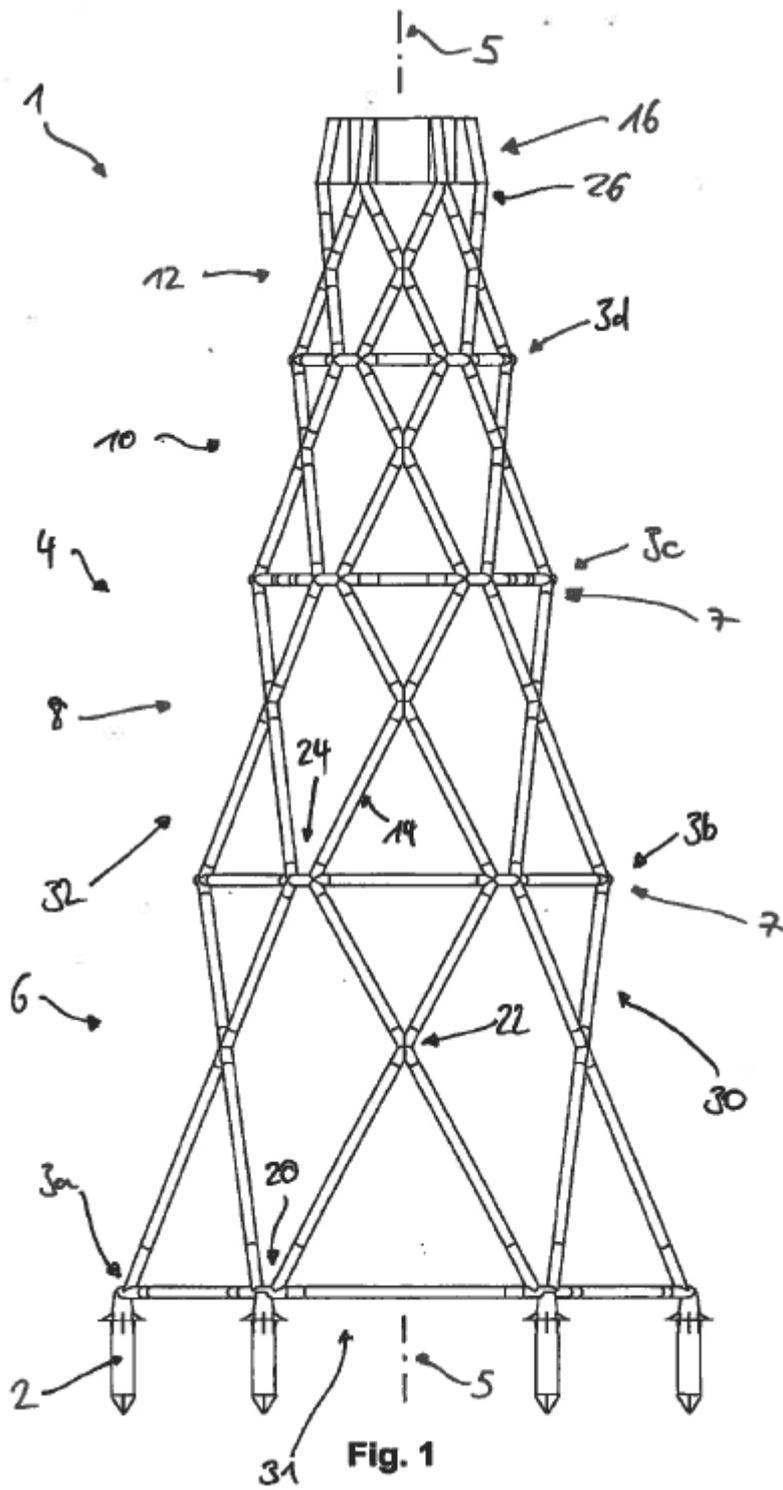
REIVINDICACIONES

1. Procedimiento (100) para la fabricación de estructuras tubulares, en particular estructuras de cimentación (1) para aerogeneradores costa afuera, con las etapas:
- 5
- disponer (106) una pluralidad de segmentos de estructura tubular (14, 20, 22, 24) sobre un bastidor de montaje (60);
 - alinear (110) los segmentos individuales (14, 20, 22, 24) entre sí; y
 - soldar (111) los segmentos (14, 20, 22, 24).
- 10
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por** la etapa:
- fijar (107) los segmentos individuales (14, 20, 22, 24) mediante abrazaderas de alojamiento (66) sobre el bastidor de montaje (60), alineándose con preferencia los segmentos (14, 20, 22, 24) esencialmente en horizontal sobre el bastidor de montaje (60) y/o realizándose la alineación (110) de los segmentos individuales (14, 20, 22, 24) mediante el movimiento de las abrazaderas de alojamiento (66), realizándose preferentemente la alineación (110) de los segmentos individuales (14, 20, 22, 24) mediante elementos hidráulicos.
- 15
3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por** la etapa:
- calentar (108) los segmentos (14, 20, 22, 24) a una temperatura uniforme común, realizándose preferentemente la etapa de calentamiento (108) después de la fijación (107) y antes de la alineación (110) de los segmentos (14, 20, 22, 24).
- 20
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** la etapa:
- medir (109) la posición de los segmentos (14, 20, 22, 24) sobre el bastidor de montaje (60);
 - comparar las posiciones medidas con posiciones nominales, realizándose preferentemente la alineación (110) y/o la medición (109) de manera automática, en particular de manera asistida por ordenador.
- 25
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** la etapa:
- achaflanar (104) extremos de tubo de los segmentos (14, 20, 22, 24) antes de disponer (106) una pluralidad de segmentos de estructura tubular (14, 20, 22, 24) sobre un bastidor de montaje (60).
- 30
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la soldadura (111) se realiza mediante soldadura orbital y/o mediante robots de soldadura.
- 35
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** sobre el bastidor de montaje (60) se disponen al menos segmentos (14, 20, 22, 24) para formar un elemento de escalera (30, 31, 32) de una estructura de cimentación costa afuera (1), soldándose (111) entre sí los segmentos individuales (14, 20, 22, 24), comenzando preferentemente por un extremo de base del elemento de escalera (30, 31, 32).
- 40
8. Bastidor de montaje (60) para el alojamiento de una pluralidad de segmentos de estructura tubular (14, 20, 22, 24) para una estructura tubular, en particular una estructura de cimentación (1) para un aerogenerador costa afuera, con una base de bastidor (62), sobre la que se pueden disponer al menos segmentos (14, 20, 22, 24) para formar un elemento de escalera (30, 31, 32) de una estructura de cimentación costa afuera (1).
- 45
9. Bastidor de montaje de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por** una pluralidad de abrazaderas de alojamiento (66) para la fijación de segmentos (14, 20, 22, 24) dispuestos sobre el bastidor de montaje (60), estando dispuestas preferentemente las abrazaderas de alojamiento (66) de manera móvil una respecto a otra y respecto a la base de bastidor (62) y/o estando previsto el bastidor de montaje (60) para su alineación esencialmente en horizontal, de modo que los segmentos (14, 20, 22, 24), alineados esencialmente en horizontal, se pueden disponer sobre el mismo.
- 50
10. Bastidor de montaje de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por** un dispositivo calefactor para el calentamiento uniforme y unitario de los segmentos (14, 20, 22, 24) dispuestos sobre el bastidor de montaje (60).
- 55
11. Bastidor de montaje de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 10, **caracterizado por que** las abrazaderas de alojamiento (66) se pueden mover mediante accionamientos en dirección longitudinal y/o transversal de los ejes de ánima de los tubos (14) alojados en las mismas, controlándose a distancia preferentemente los accionamientos, en particular mediante un ordenador central.
- 60
12. Bastidor de montaje de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado por** un dispositivo para ajustar una altura de las abrazaderas de alojamiento (66) respecto a la base de bastidor (62).
- 65

13. Bastidor de montaje de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado por que** las abrazaderas de alojamiento (66) presentan una sección transversal esencialmente en U.

5 14. Bastidor de montaje de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado por que** los orificios de las abrazaderas de alojamiento (66) están orientados hacia arriba.

15. Bastidor de montaje de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 14, **caracterizado por** un dispositivo de medición para determinar posiciones de los segmentos (14, 20, 22, 24) dispuestos sobre el bastidor de montaje (60).



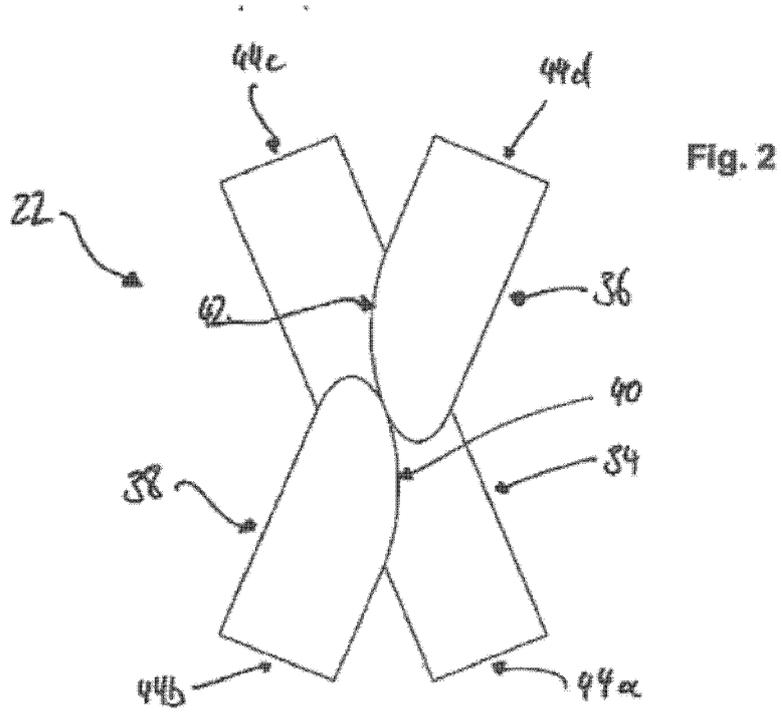


Fig. 2

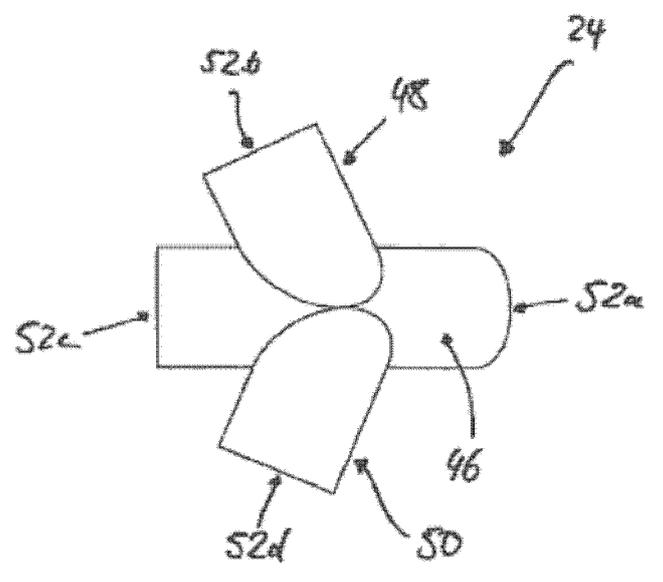


Fig. 3

